

УДК 69.059.6

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.050722.15.860

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ У ПРОЕКТАХ ЗНЕСЕННЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

БІЛОКОНЬ А. І.¹, *докт. техн. наук, проф.*,
НЕСЕВРЯ П. І.², *канд. техн. наук, доц.*,
НАУМОВ В. О.^{3*}, *асп.*

^{1*} Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-76, e-mail: belokon0604@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

² Кафедра технології будівельного виробництва, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 770-79-21, e-mail: nesevrya.pavlo@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

³ Кафедра організації і управління будівництвом, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (066) 380-94-39, e-mail: naumov.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0355-6472

Анотація. Робота присвячена пошуку можливостей типізації рішень та нормалізації процесу демонтажу конструкцій при ліквідації будівель та споруд. **Мета роботи:** дослідити реалізовані проекти демонтажу будівель та споруд та визначити ключові фактори, що визначають вибір технічних рішень ведення робіт. **Об'єкт досліджень:** основні технічні рішення демонтажу (знесення) будівель та споруд. **Предмет дослідження:** групи факторів, що зумовили прийняті технічні рішення демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Для досягнення поставленої мети було вирішено такі завдання:

- сформовано сукупність об'єктів представників з числа реалізованих проектів демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- створено електронну базу проектів виконання робіт по всій сукупності об'єктів-представників;
- виконано аналіз технічних рішень, закладених у проекти виконання робіт та сформовано сукупність факторів, що характеризують ознаки об'єкта та ознаки оточення об'єкта (майданчика), що визначають прийняті рішення демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- визначено найважливіші (ключові) фактори об'єкта та майданчики, що зумовлюють прийняття технічних рішень демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- визначено кількісні характеристики факторів, ряди зміни їх значень, а також відносну частоту (повторюваність) рішень у загальному обсязі вибірки.

На основі груп ключових факторів створено систему документування та аналізу проектів демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Результати дослідження дозволили перейти до типізації та нормалізації технологічних рішень та до системного підходу у напрацюванні типових технологічних схем, форм, шаблонів, таблиць числових даних.

Використовуючи базу типових рішень та систематизовані документи проектів виконання робіт (ПВР) для повторного застосування в якості можливих аналогів, а також можливості ІТ-технологій, можемо детально, на хорошому якісному рівні, враховуючи усі минулі помилки та застосував кращу практику суттєво скоротити час та покращити якість підготовки технологічної документації поточних та майбутніх об'єктів.

Ключові слова: *знесення будівель та споруд; демонтаж; основні технічні рішення; ключові фактори, що визначають ухвалення технічних рішень*

ANALYSIS OF MAIN TECHNICAL SOLUTIONS IN BUILDING AND CONSTRUCTION DEMOLITION PROJECTS

BILOKON A.I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,
NESEVRYA P.I.², *Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,
NAUMOV V.O.^{3*}, *Postgraduate Student*

¹ Department of Construction Production Technology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-76, e-mail: belokon0604@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

² Department of Construction Production Technology, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (066) 770-79-21, e-mail: nesevrya.pavlo@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-2371-7381

^{3*} Department of Construction Organization and Management, Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24-a, Chernyshevskoho Str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (066) 380-94-39, e-mail: naumov.vladyslav@pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0355-6472

Abstract. This article deals with the problem of possibilities for typification of solutions and normalization of the process of dismantling structures during the liquidation of buildings and structures. *The purpose of the article is to analyze the study* investigate the implemented projects of dismantling of buildings and structures and identify key factors that determine the choice of technical solutions for the work. *Object of research:* the main technical solutions for dismantling (demolition) of buildings and structures. *Subject of research:* groups of factors that determined the subject technical solutions for dismantling (demolition) of buildings and structures.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- a set of objects of representatives from among the implemented projects of dismantling (demolition) of buildings and structures was formed;
- created an electronic database of projects for the implementation of works on the whole set of objects-representatives;
- analysis of technical solutions included in the projects of works and formed a set of factors that characterize the characteristics of the object and the environment of the object (site), which determine the decisions of dismantling (demolition) of buildings and structures;
- identified the most important (key) factors of the object and sites that determine the technical decisions of dismantling (demolition) of buildings and structures;
- quantitative characteristics of factors, series of changes in their values, as well as the relative frequency (repeatability) of decisions in the total sample size are determined.

On the basis of groups of key factors the system of documentation and analysis of projects of dismantling (demolition) of buildings and constructions is created.

The article summarizes some of the results of the study allowed to move to the typification and normalization of technological solutions, to a systematic approach in the development of standard technological schemes, forms, templates, tables of numerical data.

Using a database of standard solutions and systematized project documents for re-use as possible analogues, as well as the possibility of IT-technologies, we can detail, at a good quality level, taking into account all past mistakes and changing best practices significantly reduce time and improve quality preparation of technological documentation of current and future facilities.

Keywords: *demolition of buildings and structures; dismantling; basic technical solutions; key factors determining technical decision-making*

Актуальність теми дослідження.

У науковій літературі та дослідженнях все частіше зустрічаються роботи, що розглядають проектні рішення знесення та руйнування неексплуатованих будівель та споруд. Автори публікацій наводять в описі різні доводи та фактори, що впливають на вибір технічних рішень знесення конструкцій, та обґрунтовують їх переваги. Ці описи практичного досвіду застосування різних способів, нехай навіть успішного, все ж таки представляють окремі приклади, а результати робіт носять загальні рекомендації. Вони не дають конкретної, однозначної картини та необхідних орієнтирів проектувальникам для

послідовного розгляду та пошуку варіантів можливих рішень.

Для більш точного процесу аналізу, узагальнення, підготовки (прийняття) рішень необхідні глибші дослідження з розширенням доказової бази та встановленням об'єктивних тенденцій та характерних закономірностей. Завдання – озброїти розробників проектів виконання робіт об'єктивними прийомами, типовими рішеннями демонтажу будівель, переконливими для менеджменту організації розробника, доказовими і зрозумілими для замовника. Для цього потрібно створити відповідний інструментарій.

З практики відомо, що розробникам проектів виконання робіт рекомендується максимально використовувати типові рішення (креслення, матеріали) та ПВР повторного застосування. Для обґрунтування вибору прийнятих технічних рішень демонтажу (знесення) будівель, змісту робіт, планування графіків, вартості, використовують об'єкти-аналоги та/або параметричні (факторні) моделі.

Які фактори можна вважати необхідними та достатніми для моделювання та обґрунтування ефективних рішень? Які фактори будуть визначальними під час вибору об'єкта-аналога? Який порядок їх розгляду при розробці та прийнятті основних технічних рішень демонтажу (знесення) будівель?

Відповідь на ці та інші питання передбачається отримати в результаті дослідження.

Тому тема дослідження актуальна, а результати роботи матимуть важливе наукове та практичне значення.

Аналіз літератури. Виходячи з публікацій на тему дослідження прийнято вважати, що для будь-якого типу будівлі, що підлягає знесенню, його метод залежить від наявності різних факторів. Серед таких факторів автори роботи [1] називають: стан ділянки, тип конструкцій, вік будівлі, її розташування по відношенню до навколишнього середовища, її структурну стабільність, економічність. А також важливими є фактори ризику:

- можлива загроза здоров'ю та безпеці персоналу майданчика;
- заподіяння шкоди людям, майну та навколишньому середовищу.

У роботі [2] при виборі способу знесення будівлі визначальною ознакою автори називають фактор будівлі, що не експлуатується.

Автори роботи [3] приходять до висновку, що вибір методу знесення (поелементне розбирання або механічне знесення) визначає матеріал несучих конструкцій: цегляні конструкції, залізобетонні панелі, монолітний залізобетон. Крім того, враховується фактор

екологічності. Показано, що незважаючи на те, що трудомісткість механічного обваллення конструкцій нижче в 9 разів, вибір робиться на користь поелементного розбирання, як більш екологічного способу, що дозволяє використовувати повторно частину конструкцій перекриттів на майданчику під основу тимчасових будівель і споруд, а також доріг.

Крім екологічної складової у числі важливих називаються також такі фактори як: підвищена поверховість будівлі, щільність забудови поблизу будівлі, можливість максимальної переробки відходів.

У роботі [4] вказується, що слід застосовувати різні методи знесення в залежності від необхідного завдання щодо демонтажу будівельних конструкцій, їх виду та матеріалу виготовлення конструкцій.

Як критерії обґрунтування методу знесення називаються: фактор деконструкції [5]; екологічної безпеки [6]; а також тип будівлі (каркасна, панельна) [7; 8].

Знесення панельних п'ятиповерхівок рекомендується проводити за допомогою екскаваторів, оснащених гідравлічними ножицями в той час, як руйнування каркасних багатоповерхових будівель енергоємне і вимагає застосування потужних стрілових та баштових кранів. Після механічної розрізки в місцях стиків конструкцій та поелементного демонтажу, можливості збереження конструкцій та подальшої їх максимальної переробки зростають.

Безпека та екологічність процесу знесення, а також максимальну переробку та повторне використання будівельних відходів вважають важливими факторами вибору технічних рішень знесення будівель та споруд автори роботи [9].

Серед факторів, від яких залежить вибір методу демонтажу будівлі, автори роботи [10] виділяють: призначення об'єкта; щільність міської забудови; поверховість; конструктивну схему будівлі; шкідливий вплив на оточення. Робиться висновок, що: для демонтажу об'єктів підвищеної поверховості в умовах щільної міської

забудови бажано застосовувати методи демонтажу, які мають мінімальний вплив на навколишнє середовище, розташовані поблизу будівлі та споруди.

Результати аналізу літературних джерел показують, що думки авторів названих робіт загалом збігаються, хоча у кожному конкретному прикладі вони висловлюють свою суб'єктивну думку. Їхні висновки скоріше становлять загальний погляд, ніж конкретну послідовну програму дій, спрямовану на отримання об'єктивного результату (прийняття рішення).

Тому **мета роботи:** дослідити реалізовані проекти демонтажу будівель та споруд та визначити ключові фактори, що визначають вибір способу ведення робіт.

Об'єкт дослідження: основні технічні рішення демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Предмет: групи факторів, що зумовили прийняті технічні рішення щодо демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних завдань:

- сформулювати сукупність об'єктів-представників із числа реалізованих проектів демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- створити електронну базу проектів виконання робіт по всій сукупності об'єктів-представників;
- проаналізувати прийняті технічні рішення проектів виконання робіт та сформулювати сукупність факторів, що характеризують ознаки об'єкта та ознаки майданчика, що визначають прийняті рішення демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- визначити найважливіші (ключові) фактори об'єкта та майданчика, що обумовлюють прийняті технічні рішення щодо демонтажу (знесення) будівель та споруд;
- визначити кількісні характеристики факторів, межі зміни їх значень, а також відносну частоту (повторюваність) рішень у загальному обсязі вибірки;
- на основі груп ключових факторів створити систему документування та

аналізу проектів виконання робіт демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Вирішення поставлених завдань дозволить здійснювати швидкий пошук технічних рішень знесення для повторного застосування, типізувати рішення, скоротити час та покращити якість розробки ПВР.

Виклад результатів дослідження. Для вирішення завдань було сформовано сукупність об'єктів-представників з числа реалізованих проектів демонтажу (знесення) будівель та споруд. До складу вибіркової сукупності увійшли 30 неексплуатованих будівель та споруд промислового та цивільного призначення, демонтовані (знесені) за останні 7 років на території України.

На основі сукупності створено електронну базу технічних рішень, реалізованих у проектах виконання робіт. Проекти виконання робіт було проаналізовано та визначено всі можливі відмітні ознаки об'єкта та ознаки майданчика.

На першому етапі було виявлено близько 100 відмітних ознак, що характеризують особливість об'єктів, що розбираються, і особливість майданчика (середовища, оточення, ділянки).

На другому етапі виконано аналіз відмітних ознак та із загальної сукупності було виділено 45 ознак, що надають ключовий вплив на прийняті технічні рішення щодо демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Основні технічні рішення щодо демонтажу передбачали: в/п крани, стоянки, захватки, напрямки та порядок знесення будівель.

Крім того, реалізовані у проектах технічні рішення охоплювали: вимоги щодо забезпечення будівельної готовності майданчика; вимоги щодо забезпечення просторової жорсткості, стійкості будівель при розбиранні; вимоги щодо обліку монтажних навантажень при розбиранні та обваленні будівель та споруд; вимоги до послідовності розбирання конструкцій, а також розбирання та перенесення

інженерних мереж; склад вузлів, підвузлів, ділянок, на які були розбиті (розчленовані) демонтовані об'єкти; вимоги щодо обліку умов виконання демонтажних робіт (близькість ЛЕП, загазованості, запиленості, вибухо- та пожежної безпеки, обмеженості, перевищення ГДК шкідливих речовин); напрями існуючих транспортних потоків та пішохідних зон.

На наступному етапі були сформовані групи факторів, що характеризують ознаки об'єкта та ознаки майданчика (вимоги; умови середовища, оточення), що визначають рішення щодо демонтажу

(знесення) будівель та споруд (табл. 1). Визначено найважливіші (ключові) з них, що зумовлюють основні технічні рішення демонтажу конструкцій будівель для нього використовувався метод попарного порівняння ознак. Для визначення важливості (значущості) ознак використовувалася шкала оцінок (0; 1; 2):

0 – якщо ознака має рівноцінне значення;

1 - якщо ознака має більш важливе значення;

2 – якщо ознака критично важлива (значно) стосовно іншого параметра.

Таблиця 1

Ознаки об'єкта та майданчика

Ознаки	Розподіл значення				
	1	2	3	4	5
Ознаки об'єкта					
Висотність об'єкта, кількість поверхів	1–2	3–5	6–9	9–14	більше 15
Висота об'єкта в м	до 10	10–15	15–30	30–60	понад 60
Тип будівлі	Житлове	Адміністративне	Громадське	Промислове	Сільсько-господарське
Конструктивний тип будівлі	безкаркасні	каркасні	з неповним каркасом		
Клас наслідків (відповідальності) будівлі	незначні наслідки – СС1	середні наслідки – СС2	значні наслідки – СС3		
Основні композиційно-просторові схеми	Централізовані й тип будівлі	Блокований тип будівлі	Павільйонний тип будівлі		
Ступінь вогнестійкості будівель, споруд	I	II	III	IV	V
Рік побудови будівлі	до 1920	1920–1950	1950–1980	1980–2000	2000–2020
Капітальність будівлі	I	II	III	IV	V–VI
Форма будівлі	Прямокутна	Квадратна	Округле	Складне	
Конструктивна схема (безкаркасних)	з поздовжніми несучими стінами	з поперечними несучими стінами	сумішена	ні	
Конструктивна схема (каркасних)	з поздовжнім розташуванням ригелів	з поперечним розташуванням ригелів	безригельна	ні	
Форма колон	кругла	прямокутна	квадратна	Профільована	ні
Конструкція фундаментів	Стовпчастий	Плитний	Стрічковий	Поєднані	
Конструкція перекриття	Монолітне	Збірне (ребристе)	Збірне (круглопустотні)	Металеве	Поєднане
Тип покрівлі	ні	Скатна	Плоска		
Наявність паль	ні	Забивні	Буронабивні	Буроін'єкційні	
Висота до підкранової рейки (для пром. будівлі)	ні	до 5м	від 5 до 10 м	від 10 до 15м	більше 15
Ширина прольоту для	ні	до 9 м	9-15м	18-30	30-36

Ознаки	Розподіл значення				
	1	2	3	4	5
будівель					
Площа забудови, м ²	до 100	300–500	600–1 200	1 300–2 000	більше 2 000
Типи фундаментів по глибині закладення	незаглиблені (менше 1 м)	дрібногo заглиблення (від 1 до 6 м)	глибокого заглиблення (більше 6 м)		
Наявність утеплювача	ні	так (всередині)	так (зовні)	так (між консультацій)	
Матеріал несучих конструкцій	Бетон	Залізобетон	Метал	Кам'яні	Поєднані
Матеріал фундаменту	Бетон	Залізобетон	Бутові	цегляні	
Метод виготовлення бетонних, залізничних конструкцій.	Монолітний	Збірний	ні		
Матеріал перегородок	гіпсобетонні	цегляні	бетонів	гіпсокартоні	ні
Матеріал утеплювача стін	Пінопласт/ пінополістирол	Вогнетривка цегла	Мінераловатні	Пінобетон	ні
Матеріал утеплювача перекриття/покриття	Пінопласт/ пінополістирол	керамзит (насіпний)	Вогнетривка цегла	Мінераловатні	ні
Гідроізоляція	Обмазувальна	Обклеювальна	ні		
Ознаки ділянки(майданчика)					
Ґрунти на яких розташовується об'єкт	скельні	глина	суглинок	супісок	пісок/насіпний
Необхідність закріплення ґрунтів	Забивання шпунта	Занурення вібратором	Бетонні палі (підпірна стіна)	ні	
Відстань від ЛЕП, м	ні	1–5	5–15	15–40	
Відстань від газопроводів	ні	1–5	5–15	15–40	
Необхідність водозниження	ні	насоси	голкофільтри		
Відстань від залізничної рейки	ні	1–3	3–5	5–10	більше 10
Влаштування тимчасових доріг	ні	зі шлаку (підсіпання)	з дорожніх плит		
Побутове містечко	ні	побут приміщення	всередині об'єкту		
Необхідність вирубки зелених насаджень	так	ні			
Необхідність рекультивациі земель	так	ні			
Наявність радіації	ні	так			
Наявність загазованості	ні	так			

Результати порівняння та значення рангів ознак (від 0 до 100) наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Ранжування ознак

№ п.п.	Ознака	Ранг в %
1	Висотність об'єкта, кількість поверхів	75,00
2	Висота об'єкта в м	74,31
3	Тип будівлі	33,33
4	Конструктивний тип будівлі	43,06
5	Клас наслідків (відповідальності) будівлі	95,14

№ п.п.	Ознака	Ранг в %
6	Основні композиційно-просторові схеми	11,11
7	Ступінь вогнестійкості будівель, споруд	32,64
8	Рік побудови будівлі	47,22
9	Капітальність будівлі	43,06
10	Форма будівлі	31,25
11	Конструктивна схема (безкаркасних)	47,22
12	Конструктивна схема (каркасних)	50,00
13	Форма колон	15,28
15	Конструкція перекриття	52,78
16	Тип покрівлі	30,17

№ п.п.	Ознака	Ранг в %	№ п.п.	Ознака	Ранг в %
17	Наявність паль	45,14	32	Відстань від ЛЕП, м	31,25
18	Висота до підкранової рейки (для пром. будівлі)	69,44	33	Відстань від газопроводів	22,22
19	Ширина прольоту для пром. будівель	73,61	34	Необхідність водозниження	25,00
20	Площа забудови, м ²	68,06	35	Відстань від залізничної рейки	27,08
21	Типи фундаментів по глибині закладення	47,92	36	Влаштування тимчасових доріг	17,36
22	Наявність утеплювача	12,50	37	Побутове містечко	13,89
23	Матеріал несучих конструкцій	31,94	38	Необхідність вирубки зелених насаджень	10,42
24	Матеріал фундаменту	26,39	39	Необхідність рекультивції земель	23,61
25	Метод виготовлення бетонних, залізничних конструкцій.	51,39	40	Наявність радіації	88,89
26	Матеріал перегородок	6,94	41	Наявність загазованості	86,81
27	Матеріал утеплювача стін	0,00	42	Наявність перевищення ГДК шкідливих факторів	80,56
28	Матеріал утеплювача перекриття/покриття	2,08	43	Необхідність узгодження зі спец. Службами (місто)	27,78
29	Гідроізоляція	0,69	44	Застосування спеціалізованих норм на заводі	28,47
30	Ґрунти на яких розташовується об'єкт	31,25	45	Перенесення з подальшим відновленням, захист існуючих мереж	46,53
31	Необхідність закріплення ґрунтів	38,19			

Для зручності практичного застосування всі ознаки, у яких оцінка важливості (ранг) менше 30 % були виключені та в подальших дослідженнях не розглядалися.

До найважливіших ознак об'єкта увійшли:

- поверховість об'єкта (кількість перекриттів);
- висотність об'єкта;
- тип будівлі (житлова; промислова);

- конструктивний тип будівлі (каркасне; з несучими стінами);
- клас наслідків (відповідальності) будівлі та ін.

До найважливіших ознак майданчика включені:

- ґрунтові умови майданчика;
- близькість ЛЕП;
- перевищення ГДК шкідливих факторів;
- перенесення, захист та відновлення існуючих мереж та інше.

Таблиця 3

Приклад діагональної матриці порівняння ознак

Ознаки об'єкта	Висотність об'єкта, кількість поверхів	Висота об'єкта в м	Тип будівлі	Конструктивний тип будівлі	Клас наслідків (відповідальності) будівлі
Висотність об'єкта, кількість поверхів		0	2	0	-2
Висота об'єкта, м	0		1	0	-2
Тип будівлі	-2	-1		-1	-2
Конструктивний тип будівлі	0	0	1		-2
Клас наслідків (відповідальності) будівлі	2	2	2	2	

Так перший параметр: «Етажність об'єкта, кількість поверхів» співвідноситься однаково з параметром «Висота об'єкта, м», але клас наслідків будівлі набагато важливіший за висотність об'єкта, а тип будівлі кардинально не важливий по відношенню до його висоти, але конструктивний тип будівлі трохи важливіше за тип будівлі.

Розглянуто та проаналізовано частотність (повторюваність) важливих ознак та їх значень на досліджуваній вибірковій сукупності об'єктів.

Розподіл значень та частотність (повторюваність) появи ключових ознак, їх присутність та значимість для обґрунтування прийнятих рішень наведено у таблиці 4.

Таблиця 4

Аналіз розподілу об'єктів за значеннями параметрів

Висотність об'єкта, кількість поверхів/перекриттів			Висота об'єкту, м			Тип будівлі		Конструктивний тип будівлі		Клас наслідків (відповідальності) будівлі		
А			Б			В		Г		Д		
Ознаки	Розподіл	Накопичення	Ознаки	Розподіл, %	Накопичення	Ознаки	Розподіл	Ознаки	Розподіл	Ознаки	Розподіл	Накопичення
1–2	33,3 %	33,3 %	до 10	13,3	13,3 %	Житлове	13,3 %	Безкаркасні	26,7 %	незначні наслідки – СС1	6,7 %	6,7 %
3–5	50,0 %	83,3 %	10–15	26,7	40,0 %	Адміністративне	6,7 %	каркасні	70,0 %	середні наслідки – СС2	66,7 %	73,3 %
6–9	6,7 %	90,0 %	15–30	33,3	73,3 %	Громадське	6,7 %	з неповним каркасом	3,3 %	значні наслідки – СС3	26,7 %	100,0 %
9–14	10,0 %	100 %	30–60	16,7	90,0 %	Промислове	73,3%					
більше 15	0,0 %	100 %	Більше 60	10,0	100,0 %	Сільськогосподарське	0,0 %					

Опис вибіркової сукупності, розподілу об'єктів представників щодо досліджуваних ознак показало, що:

- більше 80 % обсягу вибірки – це будівлі, які мають 1...5 поверхів;
- по висоті переважають об'єкти в межах 15...30 м;
- більше 73% є промисловими;
- в основному це будівлі (73 %) каркасного типу, приблизно трохи більше 3 % з неповним каркасом та 23 % безкаркасні будівлі;
- з них понад 60 % є об'єкти із середнім рівнем (класом) наслідків;
- дві третини (66 %) мають II-й та III-й ступінь вогнестійкості, що характеризує матеріали, з яких вони виконані;
- 76 % будівель вибіркової сукупності мають рік побудови, починаючи з 1950-го по 2000 рр.;

• виведення виробничих будівель з експлуатації з подальшим розбиранням пов'язане в основному з переоснащенням, встановленням нового технологічного обладнання;

• більше 63 % об'єктів вибірки мають фундаменти дрібного та середнього закладення (від 1 до 6 м) та 30 % глибокого (більше 6 м) закладення;

• у більш ніж 2/3 об'єктів вибірки відсутня загазованість, і в більшості випадків (63 %) немає перевищення ГДК шкідливих речовин;

• оскільки більшість об'єктів виробничого призначення розташовувалися на обмеженій території у 53 % випадків була потреба у перенесенні існуючих мереж, їх захисту із подальшим відновленням мереж.

Виконано аналіз технічних рішень (табл. 5) реалізованих на об'єктах вибіркової

сукупності та виявлено параметричний ряд зміни їх значень.

(повторюваність) їх значень представлені у вигляді матриці (табл. 6).

Розподіл технічних рішень щодо об'єктів вибірки та частотність

Таблиця 5

Ознаки рішень прийнятих при виконанні демонтажу

Ознака	Параметр				
	1	2	3	4	5
Виготовлення та монтаж індивідуальних кондукторів, траверс чи інших нестандартних позицій	ні	так (г/п до 1 т)	так (г/п від 1 до 5 т)	так (г/п від 5 до 10 т)	г/п понад 10 т
Тимчасові кріплення, опори, настили та ін. по ВІД і ТБ	ні	так (до 1 т)	так (від 1 до 3 т)	так (від 3 до 5 т)	більше 5 т
Виконання вирівнювання майданчика	ні	зі шлаку (підсіпання)	бетонна		
Необхідність демонтажу нижче -2.000	ні	так (-3 м)	так (-5 м)	так (-8 м)	так (більше 10 м)
Спільна робота з іншими підрядними організаціями	ні	так (субпідрядник)	так (сторонній підрядник)		
Монтаж риштувань	Так	прості фасадні	опорні ліси (штакси)		
Необхідність застосування вишок (підмостки, тури)	ні	так (вишки до 4 м)	так (вишки до 10 м)	так (тури до 10 м)	так (тури від 10...20 м)
Застосування баштового крана (стаціонарних)	ні	з маховою стрілою	без вантовий	з вантами	кільцевий
Застосування автомобільних кранів	ні	г/п 16...25 т	г/п 32...60 т	г/п 75...150 т	г/п 150...450 т
Застосування пневмоколісних кранів	ні	г/п 15...30 т	г/п 45...75 т	г/п 80...100 т	г/п 120...180 т
Застосування гусеничних кранів	ні	г/п 25...40 т	г/п 63...100 т	г/п 110...250 т	більше г/п 300 т
Застосування екскаватора, маса	ні	12...20 т	22...30 т	32...45 т	більше 46 т
Застосування екскаватора, з подовженою стрілою, довжина стріли	ні	так (15 м)	так (20 м)	так (25 м)	так (32 м)
Використання гідромолота на екскаваторі	ні	так (2...3 кДж)	так (4...6 кДж)	так (7...10 кДж)	так (10...12 кДж)
Використання гідроножниць	ні	так (для залізобетону)	так (для металоконструкцій)		
Використання робота-маніпулятора	ні	так (на гусеничному ході)			
Використання міні кранів на перекритті	ні	так (г/п до 1т)	так (г/п до 3т)	так (г/п до 5т)	
Використання автовеж/пневмоколісних	ні	так h = 16 м	так h = 22...25 м	так h = 26...32 м	так h = 36...42 м
Використання лебідок	ні	так (до 4 м)	так (від 4...6 м)	так (від 6...10 м)	так (від 10...20 м)
Використання подовжувачів стріли при демонтажі довгоруком екскаватором	ні	так (2...4 м)	так (4...6 м)	так (6...8 м)	
Використання стропів	ні	так (текстильні)	так (ланцюгові)	так (канатні)	
Використання ручних відбійних молотків	ні	так (електро)	так (пнеumo)		

Ознака	Параметр				
	1	2	3	4	5
Метод різання МК	ні	так (газовими різачками)	так (електроінструмент)		
Використання люльок навішених на гак крана	ні	так			
Спеціальні методи демонтажу	ні	так (алмазне різання)	так (гідроклин)	так (вибух)	

Таблиця 6

Відносна частота (повторюваність) прийнятих рішень вибіркової сукупності

№ параметра	Виготовлення та монтаж індивідуальних кондукторів, траверс чи інших нестандартних позицій			Тимчасові кріплення, опори, настили та ін. по ВІД і ТБ			Виконання вирівнювання майданчика		Необхідність демонтажу нижче -2.000			Спільна робота з іншими підрядними організаціями	
	А			Б			В		Г			Д	
1	ні	43,3 %	43,3 %	ні	23,3 %	23,3 %	ні	36,7%	ні	50,0 %	50,0 %	Так	73,3 %
2	так (г/п до 1 т)	6,7 %	50,0 %	так (до 1 т)	23,3 %	46,7 %	підсіпання з шлаку	50,0%	так (-3 м)	23,3 %	73,3 %	прості фасадні	6,7 %
3	так (г/п від 1 до 5 т)	13,3 %	63,3 %	так (від 1 до 3 т)	33,3 %	80,0 %	бетонна	13,3%	так (-5 м)	10,0 %	83,3 %	опорні рештування	20 %
4	так (г/п від 5 до 10 т)	20,0 %	83,3 %	так (від 3 до 5 т)	10,0 %	90,0 %			так (-8 м)	10,0 %	93,3 %		
5	г/п понад 10 т	16,7 %	100 %	більше 5 т	10,0 %	100,0 %			так (більше 10 м)	6,67 %	100,0 %		

Розподіл технічних рішень, реалізованих у вибірковій сукупності, показує, що:

- виготовлення та монтаж індивідуальних кондукторів, траверс присутні у 57 % випадків, причому майже 37 % з них в/п до 10 т та 17 % більше 10 т;

- на використання тимчасових кріплень, опор, настилів припадає 77 % випадків;

- рішення щодо вирівнювання майданчика (підсіпання) потрібно в 50 % випадків;

- у всіх випадках потрібен монтаж решетувань, причому 20 % їх опорні;

- необхідність демонтажу нижче «0» позначки знадобилася на 50 % об'єктів, у т. ч. 20 % на позначці від -5 до -10 м і 6,7 % нижче за відмітку -10 м;

- у 50 % випадків потрібне застосування вишок, ришетувань, тур, у т. ч. 46 % – висотою до 10 м;

- виявлено застосування автомо-більних кранів 73 %, пневмоколісних 33 %, важких гусеничних кранів 27 % (сумарне значення понад 100 % через застосування двох та більше кранів на одному об'єкті);

важких гусеничних кранів 27 % (сумарне значення понад 100 % через застосування двох та більше кранів на одному об'єкті);

- використання екскаваторів обладнаних гідромолотом є на 57 % об'єктів, гідроножицями – на 40 % об'єктів;

- використання міні-кранів, встановлених на перекриттях, є у 20 % об'єктів вибірки;

- використання автовеж у 47 % випадків;

- ручні відбійні молотки використані на 60 % об'єктів;

- при демонтажі МК у 66,7 % випадків використовуються газові різачки, у 27 % випадків – використовується алмазне різання ЗБ конструкцій;

- рішення з підвішування люльок до гака кранів використовувалося в 36,7 % випадків, та ін.

Відносна частотність (повторюваність) основних технічних рішень у загальному обсязі вибірки дає можливість перейти до систематизації рішень щодо ключових

факторів та типізації проектних рішень (креслень, матеріалів), напрацювання типових технологічних схем, форм, шаблонів, баз даних.

А використання ІТ-технологій для накопичення, систематизації, зберігання, швидкого пошуку потрібних рішень за значеннями ключових факторів сприятиме ефективності пошуку альтернатив, трансферу рішень та документів ПВР для підготовки проектних пропозицій, підвищить якість опрацювання тендерної документації [11].

Висновки. У роботі дається рішення щодо типізації та нормалізації технологічних процесів розбирання та обвалення конструкцій або ліквідації будівель та споруд.

Систематизовано технічні рішення прийняті у проектах виконання робіт знесення об'єктів промислового та цивільного призначення та визначено найважливіші (ключові) фактори, що обумовлюють прийняті рішення демонтажу будівель та споруд.

Встановлено кількісні характеристики (ряди зміни) значень та відносна частота (повторюваність) значень факторів та прийнятих рішень. На основі групи ключових факторів створено систему документування та аналізу прийнятих технологічних рішень у проектах демонтажу (знесення) будівель та споруд.

Результати досліджень дають можливість перейти до типізації та нормалізації технологічних рішень, до системного підходу у напрацюванні типових технологічних схем, форм, шаблонів, таблиць числових даних.

Використовуючи базу типових рішень та систематизовані документи ПВР для повторного застосування як можливі аналоги, а також можливості ІТ-технологій, можемо детально на доброму якісному рівні, враховуючи усі минулі помилки та застосувавши кращу практику істотно скоротити час та покращити якість підготовки технологічної документації поточних та майбутніх об'єктів демонтажу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Rathi Shweta & Khandve Pravin. Demolition of Buildings-An Overview. *International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*. 2014. ISSN: 2348–4470. 1. 8.
2. Чорноіван В. Н., Леонович С. Н., Чорноіван Н. В. Ефективні технології виконання робіт з ліквідації неексплуатованих виробничих об'єктів. *Наука та техніка*. 2016. Т. 15, № 2. URL: <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2016-15-2-95-106>.
3. Мазурін Д. М., Дементьева М. Є. Техніко-економічні показники виконання робіт з демонтажу багатоповерхової будівлі в умовах забудови, що склалася. *Вісник МДСУ*. 2021. Т. 16, вип. 6. С. 741–750. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.6.741-750.
4. Nikmehr B., Hosseini M. R., Wang J., Chileshe N., Rameezdeen R. BIM-Based Tools for Managing Construction and Demolition Waste (CDW). *A Scoping Review. Sustainability*. 2021. Vol. 13. P. 8427. URL: <https://doi.org/10.3390/su13158427>.
5. Хамітов Т. К. Розрахунок несучої здатності димової труби під час демонтажу. *Вісник КДАСУ*. 2019. № 3 (49).
6. Сорокін Н. В., Ключев А. М., Гукін А. А., Малахов Н. А., Петров В. В. Аналіз способів демонтажу та знесення залізобетонних конструкцій об'єктів військової інфраструктури. *Електронний науковий журнал «Інженерний вісник Дону»*. 2020. С. 45–52.
7. Топчій Д. В. Оцінка кореляційної залежності матеріаломісткості будівельних конструкцій різних типів виробничих будівель, що підлягають демонтажу під час перепрофілювання промислових територій. *European research*. 2015. № 6 (7).
8. Pavel Oleinik, Tatyana Kuzmina. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2018. № 365. P. 062016. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/6/062016>.
9. Кліна І. А., Єфимова Т. Ю. Спеціальні методи демонтажу будівель. *Сучасні технології у будівництві. Теорія та практика*. 2019. № 2. С. 301–306.
10. Букунов А. С. Деконструкція на основі інформаційного моделювання. *Системний аналіз у проектуванні та управлінні: зб. наук. пр. XXIV Міжнар. наук. та навч.-практич. конф.* (13–14 жовтня 2020 року). У 3-х частинах. Ч. 3. С. 198–206. URL: doi:10.18720/SPBPU/2/id20-214.

11. Білоконь А. І., Несеоря П. І., Наумов В. О. Предметна галузь демонтажу будівель та споруд і передумови подальших досліджень. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2022. № 1. С. 21–30. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.21.829.

REFERENCES

1. Rathi Shweta and Khandve Pravin. Demolition of Buildings-An Overview. *International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*. 2014. ISSN: 2348 – 4470. 1. 8.

2. Chornoivan V.N., Leonovych S.N. and Chornoivan N.V. *Efektivni tekhnologii vykonannia robot z likvidatsii neekspluatovanykh vyrobnychyykh ob'ektiv* [Effective technologies for the liquidation of unused production facilities]. *Nauka ta tekhnika* [Science and Technology]. 2016, vol. 15, no. 2. URL: <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2016-15-2-95-106> (in Ukrainian).

3. Mazurin D.M. and Dementieva M.Ye. *Tekhniko-ekonomichni pokaznyky vykonannia robot z demontazhu bahatopoverkhovoi budivli v umovakh zabudovy, shcho sklalasia* [Technical and economic indicators of the performance of works on the dismantling of a multi-storey building in the conditions of the existing development]. *Visnyk MDSU* [Bulletin of the Moscow State University]. 2021, vol. 16, no. 6, pp. 741–750. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.6.741-750. (in Ukrainian).

4. Nikmehr B., Hosseini M.R., Wang J., Chileshe N. and Rameezdeen R. BIM-Based Tools for Managing Construction and Demolition Waste (CDW). A Scoping Review. *Sustainability*. 2021, vol. 13, p. 8427. URL: <https://doi.org/10.3390/su13158427>

5. Khamitov T.K. *Rozrakhunok nesuchoi zdatnosti dymovoi truby pid chas demontazhu* [Calculation of the bearing capacity of the chimney during dismantling]. *Visti KDASU* [News of KDASU]. 2019, no. 3 (49). (in Ukrainian).

6. Sorokin N.V., Kliuchiev A.M., Hukin A.A., Malakhov N.A. and Petrov V.V. *Analiz sposobiv demontazhu ta znesennia zalizobetonnykh konstruksii ob'ektiv viiskovoi infrastruktury* [Analysis of methods of dismantling and demolition of reinforced concrete structures of military infrastructure objects]. *Elektronnyi naukovyi zhurnal "Inzhenernyi visnyk Donu"* [Electronic scientific journal "Engineering Bulletin of the Don"]. 2020, pp. 45–52. (in Ukrainian).

7. Topchii D.V. *Otsinka koreliatsiinoi zalezhnosti materialomistkosti budivelnykh konstruksii riznykh typiv vyrobnychyykh budivel, shcho pidliahaiut demontazhu pid chas pereprofiluivannia promyslovykh terytorii* [Assessment of the correlation dependence of the material capacity of building structures of different types of industrial buildings to be dismantled during the repurposing of industrial areas]. *European Research*. 2015, no. 6 (7). (in Ukrainian).

8. Pavel Oleinik and Tatyana Kuzmina. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018, no. 365, p. 062016. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/6/062016>.

9. Kilina I.A. and Yefymova T.Yu. *Spetsialni metody demontazhu budivel* [Special methods of dismantling buildings]. *Suchasni tekhnologii u budivnytstvi. Teoriia ta praktyka* [Modern Technologies in Construction. Theory and Practice]. 2019, no. 2, pp. 301–306. (in Ukrainian).

10. Bukunov A.S. *Dekonstruksii na osnovi informatsiinoho modeliuivannia* [Deconstruction based on information modeling]. *Systemnyi analiz u proektuvanni ta upravlinni: zbirnyk naukovykh prats XXIV Mizhnarodnoi naukovoї ta navchalno-praktychnoi konferentsii* [System analysis in design and management: collection of scientific papers of the XXIV International scientific and educational-practical conference]. October 13–14, 2020, in 3 parts, p. 3, pp. 198–206. URL: doi:10.18720/SPBPU/2/id20-214. (in Ukrainian).

11. Bilokon A.I., Nesevria P.I. and Naumov V.O. *Predmetna haluz demontazhu budivel ta sporud i peredumovy podalshykh doslidzhen* [The subject branch of dismantling buildings and structures and prerequisites for further research]. *Ukrainskiy zhurnal budivnytstva ta arkhitektury* [Ukrainian Journal of Civil Engineering and Architecture]. 2022, no. 1, pp. 21–30. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.220222.21.829. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 13.05.2022.